



3. Орлова, О.В. Психологические аспекты расстройства пищевого поведения / О.В. Орлова // Акмеология. – 2015. – №6. – С. 214–215.
4. Панюкова, А.С. Социологические факторы возникновения расстройства пищевого поведения / А.С. Панюкова // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – 2019. – №2. – С. 1–3.
5. Плюхина, Е. Ю. Психологическое здоровье и нарушение пищевого поведения, их взаимосвязь / Е. Ю. Орлова // Вестник магистратуры. – 2021. – №8. – С. 60–62.
6. Богатеева, Л.И. Преобладающие эмоциональные компоненты у девушек подросткового возраста с нарушениями пищевого поведения/ Л. И. Богатеева // Мир науки. Педагогика и психология. – 2021. – №2. – С. 1–8.
7. Петрова, Л. А. Выявление расстройства пищевого поведения у подростков/ М. А. Харарбахова, М. Г Тимофеева, Л. А. Петрова // Российский педагогический и психологический журнал. – 2023. – №1. –С. 112–129.
8. Вознесенская, Т. Г. Расстройства пищевого поведения при ожирении и их коррекция / Т. Г. Вознесенская // Ожирение и метаболизм. – 2004. – №2.

ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ СРЕДЫ КАК ФАКТОР ОКИСЛИТЕЛЬНОГО СТРЕССА

Белоус Е. М.

Кафедра биологической химии

УО «Гомельский государственный медицинский университет»

Республика Беларусь, г. Гомель

Аннотация. В статье поднимаются вопросы о электромагнитном загрязнении среды как факторе стресса, что является актуальным и важным направлением исследований в связи с увеличением антропогенной нагрузки, связанной с электромагнитным излучением, которое стало одним из наиболее масштабных и быстрорастущих факторов изменения окружающей среды в



современную эпоху научно-технического прогресса. Интенсивное развитие телекоммуникационных систем, повсеместное использование беспроводных технологий и электронных устройств привело к формированию искусственного электромагнитного фона, многократно превышающего естественный уровень.

Ключевые слова: электромагнитное загрязнение, облучение, стресс.

ELECTROMAGNETIC POLLUTION OF THE ENVIRONMENT AS A FACTOR OF OXIDATIVE STRESS

Belous E. M.

*Department of Biological Chemistry
Gomel State Medical University, Belarus, Gomel*

Abstract. The article raises questions about electromagnetic pollution as a stress factor, which is an urgent and important area of research in connection with the increase in anthropogenic load associated with electromagnetic radiation, which has become one of the largest and fastest-growing environmental change factors in the modern era of scientific and technological progress. The intensive development of telecommunication systems, the widespread use of wireless technologies and electronic devices has led to the formation of an artificial electromagnetic background, many times higher than the natural level.

Keywords: electromagnetic pollution, radiation exposure, stress.

Введение

Современный мир невозможно представить без технологий, генерирующих электромагнитное излучение (ЭМИ), и их количество продолжает стремительно расти. Всего за последние два десятилетия человечество столкнулось с экспоненциальным увеличением источников ЭМИ, связанным с цифровой революцией и повсеместной автоматизацией. Еще в конце XX века основными



источниками были линии электропередач, бытовая техника и радиовещание, но сегодня спектр устройств, излучающих электромагнитные волны, стал невероятно широким. Смартфоны, ноутбуки, планшеты, Wi-Fi-роутеры, Bluetooth-гаджеты, умные часы и даже «интернет вещей» (IoT) – все они постоянно окружают человека, формируя плотное электромагнитное поле. Особую тревогу вызывает внедрение сетей 5G, требующих установки множества маломощных, но крайне многочисленных базовых станций, что увеличивает общий фон излучения в городах.

Помимо коммуникационных технологий, значительный вклад в ЭМЗ вносят промышленные установки, медицинское оборудование (например, аппараты МРТ), системы беспроводной зарядки и даже электромобили. Даже обычная домашняя техника – микроволновые печи, холодильники с «умными» функциями, системы «умного дома» – постоянно генерируют низкочастотные поля. Особенность современной ситуации заключается в том, что человек уже не просто периодически сталкивается с ЭМИ, а существует в его непрерывном потоке 24/7.

Городские жители особенно уязвимы, поскольку в мегаполисах плотность источников излучения в разы выше, чем в сельской местности: здесь работают тысячи вышек сотовой связи, десятки тысяч точек Wi-Fi, миллионы гаджетов [7, С.39]. При этом большинство людей даже не задумываются о степени своего воздействия, ведь ЭМИ невидимо и неосознано, в отличие от других форм загрязнения среды. Проблема усугубляется тем, что современные технологии развиваются быстрее, чем наука успевает изучить их долгосрочное влияние на здоровье.

Особую озабоченность вызывает воздействие на детей, которые с ранних лет окружены гаджетами, а их организмы более чувствительны к внешним воздействиям. Даже общественные пространства – кафе, транспорт, парки – теперь



насыщены беспроводными сигналами. В результате сформировалась уникальная ситуация, при которой человечество добровольно подвергает себя масштабному эксперименту по постоянному облучению, последствия которого до конца не ясны.

Объекты и методы исследования

Анализ литературы по изучению электромагнитного загрязнения среды как факторе окислительного стресса. Проанализированы и использованы источники литературы из библиографических баз данных PubMed и e.Library.

Результаты и их обсуждение

Электромагнитное загрязнение (ЭМЗ) – это повышенный уровень искусственного электромагнитного излучения в окружающей среде, вызванный деятельностью человека. Оно возникает из-за работы многочисленных электронных устройств, систем связи и промышленного оборудования, создающих постоянный фон неионизирующего излучения. В отличие от естественных электромагнитных полей Земли, ЭМЗ характеризуется неестественно высокой интенсивностью и хаотичным распределением частот. Основными источниками такого загрязнения являются сотовые вышки, Wi-Fi-роутеры, бытовая техника, линии электропередач и беспроводные гаджеты. Длительное воздействие ЭМЗ рассматривается как потенциальный фактор риска для здоровья человека и экосистем [1, С. 236].

Также стоит упомянуть магнитное поле Земли, исходящее из ее ядра и образующее магнитосферу. Важным источником сильных электромагнитных полей являются атмосферные разряды, такие как молнии, которые сопровождаются мощными выбросами радиации с высокой плотностью энергии и частотой. В живых организмах электромагнитные поля возникают при передаче сигналов в нервной системе и от структур, которые самостоятельно генерируют электрические импульсы, например, сердце [3, С. 254].



Электромагнитное излучение представляет собой волны различной частоты и длины, которые можно классифицировать на несколько основных типов в зависимости от их физических характеристик. Низкочастотные поля (50-60 Гц) генерируются линиями электропередач и бытовой техникой, тогда как радиочастотный диапазон (от 3 кГц до 300 ГГц) включает излучение мобильных телефонов, Wi-Fi и Bluetooth-устройств. Микроволновое излучение (от 1 ГГц до 300 ГГц), используемое в сотовой связи и спутниковых технологиях, обладает большей проникающей способностью по сравнению с низкими частотами. Крайне высокочастотные миллиметровые волны (30-300 ГГц), применяемые в системах 5G, имеют меньшую глубину проникновения, но могут воздействовать на поверхностные ткани.

Механизмы взаимодействия ЭМИ с биологическими тканями включают тепловые эффекты, связанные с поглощением энергии и последующим нагревом тканей, что особенно характерно для СВЧ-диапазона. Нетепловые эффекты, вызывающие наибольшие споры в научной среде, могут проявляться через изменение электрических потенциалов клеточных мембран и нарушение ионных каналов. Электрически возбудимые ткани, такие как нервные и мышечные клетки, особенно чувствительны к воздействию внешних электромагнитных полей из-за особенностей своей физиологии. Низкочастотные магнитные поля способны индуцировать электрические токи в тканях организма, что может влиять на работу нервной системы.

Радиочастотное излучение может вызывать колебания дипольных молекул, прежде всего воды, приводя к изменению их пространственной организации. Электромагнитные волны миллиметрового диапазона поглощаются преимущественно в поверхностных слоях кожи, воздействуя на нервные окончания и сосудистую систему. Особую роль в биологическом действии ЭМИ играет



явление резонанса, когда частота внешнего поля совпадает с собственными частотами биологических структур [2, С. 930].

Некоторые исследования указывают на возможность прямого воздействия слабых электромагнитных полей на свободные радикалы и электронные переходы в биомолекулах. Проницаемость биологических тканей для ЭМИ существенно зависит от их электропроводности и диэлектрических свойств, которые варьируют для разных типов тканей. Кожа и жировая ткань проявляют меньшую проводимость по сравнению с мышечной тканью и спинномозговой жидкостью, что определяет неравномерность распределения поглощенной энергии. Эффекты воздействия могут усиливаться за счет явления интерференции, когда волны от разных источников складываются, создавая зоны повышенной интенсивности. Важным аспектом является кумулятивный характер воздействия, когда эффекты многократных облучений суммируются, несмотря на малую мощность каждого отдельного воздействия.

Электромагнитное излучение провоцирует образование свободных радикалов, нарушая баланс между прооксидантами и антиоксидантами в клетках. Повышенный уровень реактивных форм кислорода (АФК) приводит к повреждению липидов клеточных мембран, что подтверждается увеличением маркеров перекисного окисления. Окислительный стресс под влиянием ЭМИ затрагивает митохондрии, снижая их энергопродуцирующую функцию и ускоряя процессы клеточного старения. ДНК особенно чувствительна к окислительному повреждению, что может приводить к мутациям и нарушению процессов репарации [6, С. 133].

ЭМИ активирует ферменты NADPH-оксидазы, которые являются ключевыми источниками супероксид-аниона в клетках. Одновременно наблюдается истощение запасов антиоксидантных ферментов, таких как



супероксиддисмутаза и каталаза, что усугубляет окислительный стресс. В нервных клетках этот процесс может приводить к активации апоптоза – программируемой клеточной смерти. Повреждение белков под действием свободных радикалов нарушает их функцию, что сказывается на всех биохимических процессах в организме. Особенно страдают белки теплового шока, которые играют ключевую роль в защите клеток от стресса [8, С. 37].

Длительное воздействие ЭМИ вызывает накопление продуктов окислительного повреждения в различных органах [5, С.249]. В клетках крови под влиянием излучения увеличивается количество микроядер – маркеров хромосомных повреждений. В условиях хронического окислительного стресса активируются провоспалительные цитокины, создавая предпосылки для системного воспаления. Антиоксидантные добавки, такие как витамины С и Е, мелатонин и флавоноиды, показали некоторую эффективность в защите от окислительного стресса, вызванного ЭМИ. Однако их применение не решает проблему полностью, так как не устраняет источник излучения.

Современные исследования сосредоточены на поиске эффективных способов повышения клеточной устойчивости к электромагнитному воздействию. Особый интерес представляет изучение адаптационных механизмов у людей, длительно проживающих в условиях повышенного ЭМ-фона. Понимание молекулярных механизмов окислительного стресса под действием ЭМИ необходимо для разработки эффективных стратегий защиты здоровья человека [4, С. 134].

Заключение

Электромагнитное загрязнение среды представляет собой значимый стресс-фактор, воздействующий на организм человека на физиологическом и психологическом уровнях. Накопленные данные свидетельствуют о том, что длительное влияние ЭМИ может нарушать работу нервной и эндокринной систем,



а также провоцировать окислительный стресс. Однако степень этого воздействия требует дальнейших исследований, особенно в условиях постоянного технологического прогресса и появления новых источников излучения. Для снижения негативных эффектов ЭМЗ необходимы как технические решения (экранирование, оптимизация излучения), так и индивидуальные меры профилактики (ограничение использования гаджетов, антиоксидантная поддержка). Осознание рисков, связанных с электромагнитным загрязнением, должно способствовать поиску баланса между технологическим развитием и сохранением здоровья человека.

Источники и литература / Sources and references:

1. Belous Ye. M. The effect of electromagnetic radiation on health // International Scientific and Practical Conference of Young Scientists and Students «Problems of Fundamental Medicine», 19-20 December 2024. – Кемерово: КемГМУ, 2024. – С. 235–237.
2. Gupta S., Sharma R.S., Singh R. Non-ionizing radiation as possible carcinogen / S. Gupta, R.S. Sharma, R. Singh // Int J Environ Health Res. – 2022. – Т. 32, № 4. – С. 916–940.
3. Magiera A., Solecka J. Radiofrequency electromagnetic radiation from Wi-fi and its effects on human health, in particular children and adolescents: Review / A. Magiera, J. Solecka // Rocz Panstw Zakl Hig. – 2020. – Т. 71, № 3. – С. 251–259.
4. Sage C., Burgio E. Electromagnetic Fields, Pulsed Radiofrequency Radiation, and Epigenetics: How Wireless Technologies May Affect Childhood Development / C. Sage, E. Burgio // Child Dev. – 2018. – Т. 89, № 1. – С. 129–136.
5. Белоус Е. М. Влияние электромагнитного облучения на здоровый образ жизни // Межрегиональная научно-практическая конференция Актуальные проблемы профилактической медицины, посвященная 150-летию со дня рождения



академика Н.А. Семашко, 12 декабря 2024. – Кемерово: КемГМУ, 2024. – С. 247–250.

6. Белоус Е. М., Синьковская К. Д. Образование активных форм кислорода в клетках. Роль митохондрий // Актуальные проблемы общей и клинической биохимии. – 2024: сборник материалов республиканской научно-практической конференции, Гродно, 24 мая 2024 года. – Гродно: Гродненский государственный медицинский университет, 2024. – С. 129–136.

7. Белоус, Е. М. Неионизирующее электромагнитное излучение / Е. М. Белоус // Ео ipso. – 2024. – № 11. – С. 38–40.

8. Белоус, Е. М. Окислительный стресс и тонкий кишечник / Е. М. Белоус // Ео ipso. – 2024. – № 11. – С. 36–38.

ПОЛИАМИНЫ КАК ФАКТОР КОРРЕКЦИИ ОКИСЛИТЕЛЬНОГО СТРЕССА

Белоус Е. М.

Кафедра биологической химии

УО «Гомельский государственный медицинский университет»

Республика Беларусь, г. Гомель

Аннотация. В статье поднимаются вопросы о полиаминах как факторах коррекции окислительного стресса, что является актуальным и важным направлением исследований. Опухолевые клетки приобретают устойчивость к росту в окислительной среде, а также развивают механизм множественной лекарственной устойчивости. Полиамины являются биорегуляторами, которые присутствуют во всех организмах, выполняя различные функции, начиная от роста клеток, регуляции генов и стабилизации нуклеиновых кислот и заканчивая клеточной пролиферацией.

Ключевые слова: полиамины, активные формы кислорода, стресс.